

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/425

In re patent application of

Hoon SONG, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: MONOLITHIC INK-JET PRINthead HAVING DISPOSED BETWEEN DUAL INK CHAMBERS AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

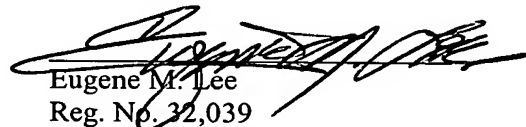
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2002-72697, filed November 21, 2002.

Respectfully submitted,

November 21, 2003  
Date

  
Eugene M. Lee  
Reg. No. 32,039  
Richard A. Sterba  
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.  
1101 Wilson Boulevard Suite 2000  
Arlington, VA 20009  
Telephone: (703) 525-0978

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0072697  
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 11월 21일  
Date of Application NOV 21, 2002

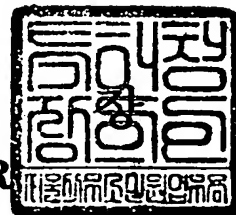
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003    년    05    월    06    일

특    허    청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2002.11.21
【국제특허분류】	B41J
【발명의 명칭】	두 개의 잉크챔버 사이에 배치된 히터를 가진 일체형 잉크 젯 프린트헤드 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	Monolithic inkjet printhead having heater disposed between dual ink chamber and method of manufacturing thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송훈
【성명의 영문표기】	SONG,Hoon
【주민등록번호】	720719-1320921
【우편번호】	151-878
【주소】	서울특별시 관악구 신림12동 608-33
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오용수
【성명의 영문표기】	OH,Yong Soo
【주민등록번호】	590204-1042510

【우편번호】	463-030
【주소】	경기도 성남시 분당구 분당동 샛별마을 동성아파트 206동 307호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박준협
【성명의 영문표기】	PARK, Jun Hyub
【주민등록번호】	630301-1852116
【우편번호】	463-020
【주소】	경기도 성남시 분당구 수내동 푸른마을 쌍용아파트 504동 1101호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	국건
【성명의 영문표기】	KUK, Keon
【주민등록번호】	630921-1551019
【우편번호】	449-840
【주소】	경기도 용인시 수지읍 풍덕천리 4블럭 7단지 아파트 704동 604호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이창승
【성명의 영문표기】	LEE, Chang Seung
【주민등록번호】	700809-1520211
【우편번호】	137-064
【주소】	서울특별시 서초구 방배4동 825-4
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김영재
【성명의 영문표기】	KIM, Young Jae
【주민등록번호】	711115-1057917
【우편번호】	153-857
【주소】	서울특별시 금천구 시흥본동 872-39
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

임지혁

**【성명의 영문표기】**

LIM, Ji Hyuk

**【주민등록번호】**

711230-1057913

**【우편번호】**

442-756

**【주소】**경기도 수원시 팔달구 원천동 원천주공2단지아파트 205동  
801호**【국적】**

KR

**【심사청구】**

청구

**【취지】**특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
이영필 (인) 대리인  
이해영 (인)**【수수료】****【기본출원료】**

20 면 29,000 원

**【가산출원료】**

37 면 37,000 원

**【우선권주장료】**

0 건 0 원

**【심사청구료】**

37 항 1,293,000 원

**【합계】**

1,359,000 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

### 【요약】

잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법이 개시된다. 개시된 잉크젯 프린트헤드는, 기판과 기판 상에 일체로 형성된 노즐 플레이트를 구비한다. 상기 기판의 상면쪽에는 하부 잉크챔버가 형성되고, 저면쪽에는 매니폴드가 형성되며, 하부 잉크챔버와 매니폴드 사이에는 잉크채널이 관통되어 형성된다. 상기 노즐 플레이트는 기판 상에 순차 적층된 다수의 보호층과 금속층으로 이루어진다. 금속층의 저면쪽에는 하부 잉크챔버와 마주보는 상부 잉크 챔버가 형성되고, 금속층의 상면쪽에는 상부 잉크챔버와 연결되는 노즐이 형성되며, 보호층들에는 상부 잉크챔버와 하부 잉크챔버를 연결하는 연결구가 관통 형성된다. 그리고, 보호층들 사이에는 상부 잉크챔버와 하부 잉크챔버 사이에 위치하여 잉크챔버들 내부의 잉크를 가열하는 히터와, 히터에 전류를 인가하는 도체가 마련된다. 이와 같은 구성에 의하면, 히터에서 발생된 대부분의 열에너지가 잉크에 전달될 수 있으며 프린트헤드의 온도 상승이 억제되므로, 에너지 효율과 구동 주파수가 높아지게 되고 장기간 안정적인 작동이 가능하게 된다.

### 【대표도】

도 4b

**【명세서】****【발명의 명칭】**

두 개의 잉크챔버 사이에 배치된 히터를 가진 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조 방법{Monolithic inkjet printhead having heater disposed between dual ink chamber and method of manufacturing thereof}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1a 및 도 1b는 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드의 일례를 나타내 보인 절개 사시도 및 잉크 액적 토출 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 종래의 일체형 잉크젯 프린트헤드의 일례를 나타내 보인 수직 단면도이다.

도 3a는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 3b는 도 3a에 표시된 A-A'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 4a는 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 4b는 도 4a에 표시된 B-B'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 5a는 본 발명의 바람직한 제3 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 5b는 도 5a에 표시된 D-D'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다.

도 6a 내지 도 6c는 도 4b에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드에서 잉크가 토출되는 메카니즘을 설명하기 위한 도면들이다.

도 7 내지 도 18은 도 3a와 도 3b에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

도 19 내지 도 23은 도 4a와 도 4b에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

110,210,310...기판	120,220,320...노즐 플레이트
121,221,321...제1 보호층	122,222,322...제2 보호층
123,223,323...제3 보호층	127,227,327...시드층
128,228,328...금속층	131,231,331...하부 잉크챔버
132,232,332...상부 잉크챔버	133,233,333...연결구
136,236,336...잉크채널	137,237,337...매니폴드
138,238,338...노즐	142,242,342...히터
144,244,344...도체	

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<18> 본 발명은 잉크젯 프린트헤드에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기판과 노즐 플레이트가 일체로 형성되는 열구동 방식의 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조방법에 관한 것이다.



<19> 일반적으로 잉크젯 프린트헤드는, 인쇄용 잉크의 미소한 액적(droplet)을 기록용지상의 원하는 위치에 토출시켜서 소정 색상의 화상으로 인쇄하는 장치이다. 이러한 잉크젯 프린트헤드는 잉크 액적의 토출 메카니즘에 따라 크게 두가지 방식으로 분류될 수 있다. 그 하나는 열원을 이용하여 잉크에 버블(bubble)을 발생시켜 그 버블의 팽창력에 의해 잉크 액적을 토출시키는 열구동 방식의 잉크젯 프린터헤드이고, 다른 하나는 압전체를 사용하여 그 압전체의 변형으로 인해 잉크에 가해지는 압력에 의해 잉크 액적을 토출시키는 압전구동 방식의 잉크젯 프린트헤드이다.

<20> 상기 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드에서의 잉크 액적 토출 메카니즘을 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다. 저항 발열체로 이루어진 히터에 펄스 형태의 전류가 흐르게 되면, 히터에서 열이 발생되면서 히터에 인접한 잉크는 대략 300℃로 순간 가열된다. 이에 따라 잉크가 비등하면서 버블이 생성되고, 생성된 버블은 팽창하여 잉크챔버 내부에 채워진 잉크에 압력을 가하게 된다. 이로 인해 노즐 부근에 있던 잉크가 노즐을 통해 액적의 형태로 잉크챔버 밖으로 토출된다.

<21> 여기에서, 버블의 성장방향과 잉크 액적의 토출 방향에 따라 상기 열구동 방식은 다시 탑-슈팅(top-shooting), 사이드-슈팅(side-shooting), 백-슈팅(back-shooting) 방식으로 분류될 수 있다. 탑-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 동일한 방식이고, 사이드-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 직각을 이루는 방식이며, 그리고 백-슈팅 방식은 버블의 성장 방향과 잉크 액적의 토출 방향이 서로 반대인 잉크 액적 토출 방식을 말한다.

<22> 이와 같은 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드는 일반적으로 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다. 첫째, 가능한 한 그 제조가 간단하고 제조비용이 저렴하며, 대량 생산

이 가능하여야 한다. 둘째, 고화질의 화상을 얻기 위해서는 인접한 노즐들 사이의 간섭(cross talk)은 억제하면서도 인접한 노즐 사이의 간격은 가능한 한 좁아야 한다. 즉, DPI(dots per inch)를 높이기 위해서는 다수의 노즐을 고밀도로 배치할 수 있어야 한다. 셋째, 고속 인쇄를 위해서는, 잉크챔버로부터 잉크가 토출된 후 잉크챔버에 잉크가 리필되는 주기가 가능한 한 짧아야 한다. 즉, 가열된 잉크와 히터의 냉각이 빨리 이루어져 구동 주파수를 높일 수 있어야 한다. 넷째, 히터에서 발생된 열로 인해 프린트헤드에 가해지는 열적 부하가 적어야 하며, 높은 구동 주파수에서도 장시간 안정적으로 작동될 수 있어야 한다.

<23> 도 1a 및 도 1b는 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드의 일례로서, 미국특허 US 4,882,595호에 개시된 잉크젯 프린트헤드의 구조를 나타내 보인 절개 사시도 및 그 잉크 액적 토출 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

<24> 도 1a와 도 1b를 참조하면, 종래의 열구동 방식의 잉크젯 프린트헤드는, 기판(10)과, 그 기판(10) 위에 설치되어 잉크(29)가 채워지는 잉크챔버(26)를 한정하는 격벽(14)과, 잉크챔버(26) 내에 설치되는 히터(12)와, 잉크 액적(29')이 토출되는 노즐(16)이 형성된 노즐 플레이트(18)를 구비하고 있다. 상기 히터(12)에 펄스 형태의 전류가 공급되어 히터(12)에서 열이 발생되면 잉크챔버(26) 내에 채워진 잉크(29)가 가열되어 버블(28)이 생성된다. 생성된 버블(28)은 계속적으로 팽창하게 되고, 이에 따라 잉크챔버(26) 내에 채워진 잉크(29)에 압력이 가해져 노즐(16)을 통해 잉크 액적(29')이 외부로 토출된다. 그 다음에, 매니폴드(22)로부터 잉크채널(24)을 통해 잉크챔버(26) 내부로 잉크(29)가 흡입되어 잉크챔버(26)는 다시 잉크(29)로 채워진다.

<25> 그런데, 이러한 구조를 가진 종래의 탑-슈팅 방식의 잉크젯 프린트헤드를 제조하기 위해서는, 노즐(16)이 형성된 노즐 플레이트(18)와 잉크챔버(26) 및 잉크채널(24) 등이 그 위에 형성된 기관(10)을 별도로 제작하여 본딩하여야 하므로, 제조 공정이 복잡하고 노즐 플레이트(18)와 기관(10)의 본딩시에 오정렬의 문제가 발생될 수 있는 단점이 있다. 또한, 잉크챔버(26), 잉크채널(24) 및 매니폴드(22)가 평면상에 배치되어 있으므로, 단위 면적당 노즐(16)의 수, 즉 노즐 밀도를 높이는데 한계가 있으며, 이에 따라 높은 인쇄 속도와 고해상도를 가진 잉크젯 프린트헤드를 구현하기가 곤란하다.

<26> 특히, 상기와 같은 구조를 가진 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 상기 히터(12)가 기관(10)의 상면에 접촉되어 있으므로 히터(12)에서 발생된 열에너지의 상당한 부분, 대략 50% 정도가 기관(10)으로 전도되어 흡수된다. 즉, 히터(12)에서 발생된 열에너지는 잉크(19)를 가열하여 버블(28)을 발생시키는데 사용되어야 하는데, 이 열에너지의 상당한 부분이 기관(10)으로 흡수되어 버리고, 나머지 열에너지만이 버블(28) 형성에 사용되는 것이다. 이것은 버블(28)을 발생시키기 위해 공급된 에너지가 낭비되는 셈이 되므로, 결국 에너지의 소모가 심해져 에너지 효율을 저하시키며, 다른 부분으로 전도되는 열은 인쇄 사이클이 진행됨에 따라 프린트헤드 전체의 온도를 크게 상승시키게 된다. 이에 따라, 잉크(29)의 가열과 냉각 속도가 느려지게 되므로 높은 구동 주파수를 구현하기 어렵게 되며, 프린트헤드에 여러가지 열적 문제점이 발생되어 장시간의 안정적인 작동이 어렵게 된다.

<27> 최근에는, 상기한 바와 같은 종래의 잉크젯 프린트헤드의 문제점을 해소하기 위하여 다양한 구조를 가진 잉크젯 프린트헤드가 제안되고 있으며, 도 2에는 그 일례로서

2002년 1월 29일에 특허공개번호 2002-007741호로 공개된 본 출원인의 한국특허출원에 개시된 일체형(monolithic) 잉크젯 프린트헤드가 도시되어 있다.

<28> 도 2를 참조하면, 실리콘 기판(30)의 표면쪽에는 반구형의 잉크 챔버(32)가 형성되어 있고, 기판(30)의 배면쪽에는 잉크 공급을 위한 매니폴드(36)가 형성되어 있으며, 잉크 챔버(32)의 바닥에는 잉크 챔버(32)와 매니폴드(36)를 연결하는 잉크 채널(34)이 관통 형성되어 있다. 그리고, 기판(30) 상에는 다수의 물질층(41, 42, 43)이 적층되어 이루어진 노즐 플레이트(40)가 기판(30)과 일체로 형성되어 있다. 노즐 플레이트(40)에는 잉크 챔버(32)의 중심부에 대응되는 위치에 노즐(47)이 형성되어 있으며, 노즐(47)의 둘레에는 도체(46)에 연결된 히터(45)가 배치되어 있다. 노즐(47)의 가장자리에는 잉크 챔버(32)의 깊이 방향으로 연장된 노즐 가이드(44)가 형성되어 있다. 상기 히터(45)에서 발생된 열은 절연층(41)을 통해 잉크 챔버(32) 내부의 잉크(48)로 전달되고, 이에 따라 잉크(48)는 비등되어 버블(49)이 생성된다. 생성된 버블(49)은 팽창하며 잉크 챔버(32) 내에 채워진 잉크(48)에 압력을 가하게 되고, 이에 따라 잉크(48)는 노즐(47)을 통해 액적(48')의 형태로 토출된다. 그 다음에, 대기와 접촉되는 잉크(48)의 표면에 작용하는 표면장력에 의해, 매니폴드(36)로부터 잉크 채널(34)을 통해 잉크(48)가 흡입되면서 잉크 챔버(32)에 다시 잉크(48)가 채워진다.

<29> 상기한 바와 같은 구조를 가진 종래의 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서는, 실리콘 기판(30)과 노즐 플레이트(40)가 일체로 형성되어 제조 공정이 간단하고 오정렬의 문제점이 해소되는 장점이 있으며, 또한 노즐(46), 잉크 챔버(32), 잉크 채널(34) 및 매니폴드(36)가 수직으로 배열됨으로써, 도 1a 도시된 잉크젯 프린트헤드에 비해 노즐 밀도를 높일 수 있는 장점이 있다.

<30> 그런데, 도 2에 도시된 일체형 잉크젯 프린트헤드에 있어서도, 상기 히터(45)가 잉크챔버(32)의 상부에 마련되어 있으므로, 히터(45)로부터 아래쪽으로 발산되는 열에너지는 잉크챔버(32) 내의 잉크(48)를 가열하여 버블(49)을 발생시키는데 사용되나, 히터(45)로부터 위쪽으로 발산되는 열에너지는 히터(45)를 감싸고 있는 물질층들(41, 42, 43)을 통해 기판(30)으로 전도되어 흡수된다. 이와 같이, 전술한 바와 같은 에너지 효율의 저하 및 인쇄 사이클의 진행에 따른 프린트헤드 전체의 온도 상승에 따른 문제점은 잔존된다. 따라서, 도 2에 도시된 구조를 가진 잉크젯 프린트헤드도 충분히 높은 구동 주파수를 구현하는 데에는 한계가 있으며, 장시간의 안정적인 작동도 확보하기 어렵다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<31> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 그 일 목적은 두 개의 잉크챔버 사이에 히터를 배치하여 히터에서 발생된 대부분의 열에너지가 잉크에 전달되도록 함으로써 에너지 효율과 구동 주파수를 높일 수 있으며 장기간 안정적인 작동이 가능한 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제공하는데 있다.

<32> 그리고, 본 발명의 다른 목적은, 상기한 구조를 가진 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제조하는 방법을 제공하는데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<33> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은,

- <34> 상면쪽에는 토출될 잉크가 채워지는 하부 잉크챔버가 형성되고, 저면쪽에는 상기 하부 잉크챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드가 형성되며, 상기 하부 잉크챔버와 상기 매니폴드 사이에는 잉크채널이 관통되어 형성된 기관;
- <35> 상기 기관 상에 순차 적층된 다수의 보호층과 상기 다수의 보호층 위에 형성된 금속층으로 이루어지며, 상기 금속층의 저면쪽에는 상기 하부 잉크챔버와 마주보는 상부 잉크 챔버가 형성되고, 상기 금속층의 상면쪽에는 상기 상부 잉크챔버와 연결되는 노즐이 형성되며, 상기 보호층들에는 상기 상부 잉크챔버와 하부 잉크챔버를 연결하는 연결구가 관통 형성된 노즐 플레이트;
- <36> 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 상부 잉크챔버와 하부 잉크챔버 사이에 위치하여 상기 잉크챔버들 내부의 잉크를 가열하는 히터; 및
- <37> 상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 히터와 전기적으로 연결되어 상기 히터에 전류를 인가하는 도체;를 구비하는 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제공한다.
- <38> 여기에서, 상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 중심에 대응되는 위치에 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 히터는 상기 연결구를 둘러싸는 형상으로 형성된 것이 바람직하다.
- <39> 한편, 상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 가장자리에 인접하여 원주방향을 따라 복수개가 배치될 수 있다. 이 경우, 상기 히터는 사각형으로 형성될 수 있다.
- <40> 그리고, 상기 복수개의 연결구들은 상기 히터의 둘레에 상기 히터로부터 소정 간격 떨어져 배치될 수 있다.

- <41> 또한, 상기 복수개의 연결구들은 그 각각의 적어도 일부가 상기 히터의 테두리 안쪽에 배치될 수 있으며, 이 경우, 상기 히터에는 상기 복수개의 연결구 각각의 적어도 일부분을 둘러싸는 구멍 또는 홈이 형성된 것이 바람직하다.
- <42> 또한, 상기 하부 잉크챔버는, 상기 복수개의 연결구 각각의 아래쪽에 형성된 반구형 공간들이 적어도 원주방향으로 연결되어 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 잉크채널은 상기 반구형 공간들 각각의 바닥면 중심부에 하나씩 형성될 수 있다.
- <43> 한편, 상기 잉크채널은 상기 하부 잉크챔버의 중심에 대응하는 위치에 하나가 형성될 수 있으며, 또한 상기 하부 잉크챔버의 바닥면에 복수개가 형성될 수도 있다.
- <44> 그리고, 상기 노즐은 출구쪽으로 가면서 점차 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 이루어진 것이 바람직하다.
- <45> 상기 금속층은 니켈, 구리 및 금 중에서 어느 하나의 금속으로 이루어질 수 있으며, 전기도금에 의해 45 ~ 100 $\mu$ m 두께로 형성된 것이 바람직하다.
- <46> 그리고, 본 발명은 상기한 구조를 가진 일체형 잉크젯 프린트헤드를 제조하는 방법을 제공한다.
- <47> 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법은,
- <48> (가) 기판을 준비하는 단계;
- <49> (나) 상기 기판 상에 다수의 보호층을 순차적으로 적층하면서, 히터와 상기 히터에 연결되는 도체를 상기 보호층들 사이에 형성하는 단계;
- <50> (다) 상기 보호층들을 관통하도록 식각하여 연결구를 형성하는 단계;

- <51> (라) 상기 보호층들 위에 금속층을 형성하면서, 상기 금속층의 저면쪽에는 상기 히터의 상부에 위치하도록 상기 연결구와 연결되는 상부 잉크챔버를 형성하고, 상기 금속층의 상면쪽에는 상기 상부 잉크챔버와 연결되도록 노즐을 형성하는 단계;
- <52> (마) 상기 연결구를 통해 상기 기판의 상면쪽을 식각하여 상기 히터의 아래쪽에 위치하도록 상기 연결구와 연결되는 하부 잉크챔버를 형성하는 단계;
- <53> (바) 상기 기판의 저면쪽을 식각하여 잉크를 공급하는 매니폴드를 형성하는 단계; 및
- <54> (사) 상기 매니폴드와 상기 하부 잉크챔버 사이의 상기 기판을 관통되도록 식각하여 잉크채널을 형성하는 단계;를 구비한다.
- <55> 여기에서, 상기 기판은 실리콘 웨이퍼로 이루어진 것이 바람직하다.
- <56> 그리고, 상기 (나) 단계는, 상기 기판의 상면에 제1 보호층을 형성하는 단계와; 상기 제1 보호층 위에 저항발열물질을 증착한 뒤 이를 패터닝하여 상기 히터를 형성하는 단계와; 상기 제1 보호층과 상기 히터 위에 제2 보호층을 형성하는 단계와; 상기 제2 보호층을 부분적으로 식각하여 상기 히터의 일부분을 노출시키는 컨택홀을 형성하는 단계와; 상기 제2 보호층 위에 전기 전도성 금속을 증착한 뒤 이를 패터닝하여 상기 컨택홀을 통해 상기 히터에 접속되는 상기 도체를 형성하는 단계와; 상기 제2 보호층과 상기 도체 위에 제3 보호층을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- <57> 상기 연결구는 상기 보호층들을 반응성이온식각에 의해 이방성 건식식각함으로써 형성될 수 있다.



- <58>      상기 (라) 단계는, 상기 보호층들 위에 전기도금을 위한 시드층을 형성하는 단계와; 상기 시드층 위에 상기 상부 잉크챔버와 상기 노즐을 형성하기 위한 희생층을 형성하는 단계와; 상기 시드층 위해 상기 금속층을 전기도금에 의해 형성하는 단계와; 상기 희생층과 상기 희생층 아래의 상기 시드층을 제거하여 상기 상부 잉크챔버와 상기 노즐을 형성하는 단계;를 구비할 수 있다.
- <59>      여기에서, 상기 희생층을 형성하는 단계는, 상기 시드층 위에 포토레지스트를 소정의 두께로 도포하는 단계와; 상기 포토레지스트의 상부를 1차 패터닝하여 하여 상기 노즐 형상의 희생층을 형성하는 단계와; 상기 포토레지스트의 하부를 2차 패터닝하여 상기 노즐 형상의 희생층 아래에 상기 상부 잉크챔버 형상의 희생층을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- <60>      그리고, 상기 1차 패터닝은, 포토마스크를 상기 포토레지스트의 표면으로부터 소정 간격 이격되도록 설치하여 노광시키는 근접 노광에 의해 상기 노즐 형상의 희생층을 아래쪽으로 갈수록 단면적이 넓어지는 테이퍼 형상으로 패터닝하는 것이 바람직하다.
- <61>      이 경우, 상기 포토레지스트와 상기 포토마스크 사이의 간격 및 노광 에너지를 조절함으로써 상기 노즐 형상의 희생층의 경사도를 조절할 수 있다.
- <62>      또한, 상기 금속층을 형성하는 단계 후에, 상기 금속층의 상면을 화학기계적연마 공정의 의해 평탄화하는 단계;를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- <63>      상기 하부 잉크챔버는 상기 연결구를 통해 노출된 상기 기판을 등방성 건식식각함으로써 형성될 수 있다.

- <64>      상기 잉크채널은 상기 매니폴드가 형성된 상기 기판의 저면쪽에서 상기 기판을 반응성이온식각법에 의해 이방성 건식식각함으로써 형성되는 것이 바람직하다.
- <65>      상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 중심에 대응되는 위치에 하나가 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 히터는 상기 연결구를 둘러싸는 형상으로 형성되는 것이 바람직하다. 그리고, 상기 잉크채널은 상기 기판의 상면쪽에서 상기 연결구를 통해 상기 하부 잉크챔버 바닥의 상기 기판을 반응성이온식각법에 의해 이방성 건식식각함으로써 형성될 수 있다.
- <66>      한편, 상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 가장자리에 인접하여 원주방향을 따라 복수개가 형성될 수 있다. 이 경우, 상기 히터는 사각형으로 형성되는 것이 바람직하다.
- <67>      그리고, 상기 복수개의 연결구들은 상기 히터의 둘레에 상기 히터로부터 소정 간격 떨어져 형성될 수 있다.
- <68>      한편, 상기 히터는 그 테두리 안쪽 또는 그 테두리에 걸쳐서 구멍 또는 홈이 형성되도록 패터닝되고, 상기 복수의 연결구들은 상기 구멍 또는 홈 안쪽에 형성될 수 있다.
- <69>      상기 하부 잉크챔버는 상기 복수의 연결구를 통해 노출된 상기 기판의 등방성 건식식각에 의해 상기 복수개의 연결구 각각의 아래쪽에 형성되는 반구형 공간들이 서로 원주방향으로 연결되어 형성될 수 있다.
- <70>      상기 잉크채널은 상기 잉크챔버의 중심부위에 하나가 형성될 수 있으며, 상기 잉크채널에 의해 상기 반구형 공간들은 반경방향으로도 서로 연결될 수 있다.

- <71> 한편, 상기 잉크채널은 상기 반구형 공간들 각각의 바닥면 중심부에 하나씩 형성될 수 있다.
- <72> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다. 또한, 한 층이 기판이나 다른 층의 위에 존재한다고 설명될 때, 그 층은 기판이나 다른 층에 직접 접하면서 그 위에 존재할 수도 있고, 그 사이에 제 3의 층이 존재할 수도 있다.
- <73> 도 3a는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 3b는 도 3a에 표시된 A-A'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다. 도면에는 잉크젯 프린트헤드의 단위 구조만 도시되어 있지만, 칩 상태로 제조되는 잉크젯 프린트헤드에서는 도시된 단위 구조가 1열 또는 2열로 배치되며, 해상도를 더욱 높이기 위해 3열 이상으로 배치될 수도 있다.
- <74> 도 3a와 도 3b를 함께 참조하면, 기판(110)의 상면쪽에는 토출될 잉크가 채워지는 하부 잉크챔버(131)가 소정 깊이로 형성되고, 기판(110)의 저면쪽에는 하부 잉크챔버(131)로 공급될 잉크가 흐르는 매니폴드(137)가 형성된다. 상기 하부 잉크챔버(131)는 후술하는 바와 같이 그 형성방법에 따라 반구형 또는 다른 형상으로 형성될 수 있다. 상기 매니폴드(137)는 하부 잉크챔버(131)의 아래쪽에 형성되며, 잉크를 담고 있는 잉크리저버(미도시)와 연결된다.
- <75> 그리고, 하부 잉크챔버(131)와 매니폴드(137) 사이에는 이들을 서로 연결하는 잉크채널(136)이 기판(110)을 수직으로 관통하여 형성된다. 잉크채널(136)은 하부 잉크챔버(131)의 바닥면 중심부위에 형성될 수 있으며, 그 수평 단면 형상은 원형으로 된 것이

바람직하다. 한편, 잉크채널(136)의 수평 단면 형상은 원형이 아니더라도 타원형이나 다각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다. 또한, 잉크채널(136)은 하부 잉크챔버(131)의 중심 부위가 아니더라도 기판(110)을 수직으로 관통하여 하부 잉크챔버(131)와 매니폴드(137)를 연결 가능한 위치에 형성될 수 있다.

<76>        상기한 바와 같이 하부 잉크챔버(131), 잉크채널(136) 및 매니폴드(137)가 형성되어 있는 기판(110)의 상부에는 노즐 플레이트(120)가 마련된다. 상기 노즐 플레이트(120)는 기판(110) 상에 적층된 다수의 물질층으로 이루어진다. 이 물질층들은 기판(110) 상에 순차적으로 적층된 제1, 제2 및 제3 보호층(121, 122, 123)과, 제3 보호층(123) 위에 전기도금에 의해 적층된 금속층(128)을 포함한다. 상기 제1 보호층(121)과 제2 보호층(122) 사이에는 히터(142)가 마련되며, 제2 보호층(122)과 제3 보호층(123) 사이에는 도체(144)가 마련된다. 그리고, 상기 금속층(128)의 저면쪽에는 상부 잉크챔버(132)가 형성되고, 상부 잉크챔버(132)의 상부에는 잉크의 토출이 이루어지는 노즐(138)이 금속층(128)을 관통하여 형성된다.

<77>        상기 제1 보호층(passivation layer, 121)은 노즐 플레이트(120)를 이루는 다수의 물질층 중 가장 아래쪽의 물질층으로서 기판(110)의 상면에 형성된다. 상기 제1 보호층(121)은 그 위에 형성되는 히터(142)와 그 아래의 기판(110) 사이의 절연과 히터(142)의 보호를 위한 물질층으로서 실리콘 산화물이나 실리콘 질화물로 이루어질 수 있다.

<78>        제1 보호층(121) 위에는 하부 잉크챔버(131)와 상부 잉크챔버(132) 사이에 위치하여 상,하부 잉크챔버(131, 132) 내부의 잉크를 가열하는 히터(142)가 후술하는 연결구(133)를 둘러싸는 형상으로 형성된다. 이 히터(142)는 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 탄탈륨-알루미늄 합금, 탄탈륨 질화물(tantalum nitride), 티타늄 질화물(titanium

nitride), 텅스텐 실리사이드(tungsten silicide)와 같은 저항 발열체로 이루어진다. 상기 히터(142)는 도시된 바와 같이 연결구(133)를 둘러싸는 원형의 링 형상으로 형성될 수 있으며, 또는 사각형이나 다이아몬드 형상으로 형성될 수도 있다.

<79>       상기 제2 보호층(122)은 히터(142)의 보호를 위해 제1 보호층(121)과 히터(142) 위에 마련된다. 상기 제2 보호층(122)도 제1 보호층(121)과 마찬가지로 실리콘 질화물 또는 실리콘 산화물로 이루어질 수 있다.

<80>       제2 보호층(122) 위에는 히터(142)와 전기적으로 연결되어 히터(142)에 펄스 형태의 전류를 인가하는 도체(conductor, 144)가 마련된다. 상기 도체(144)의 일단부는 제2 보호층(122)에 형성된 컨택홀(C)을 통해 히터(142)에 접속되며, 그 타단부는 도시되지 않은 본딩 패드에 전기적으로 연결된다. 그리고, 상기 도체(144)는 도전성이 양호한 금속, 예컨대 알루미늄이나 알루미늄 합금 또는 금이나 은으로 이루어질 수 있다.

<81>       상기 제3 보호층(123)은 상기 도체(144)와 제2 보호층(122) 위에 마련된다. 제3 보호층(123)은 그 위에 마련되는 금속층(128)과 그 아래의 도체(144) 사이의 절연과 도체(144)의 보호를 위해 마련된다. 제3 보호층(123)은 TEOS(Tetraethylorthosilicate) 산화물 또는 실리콘 산화물로 이루어질 수 있다.

<82>       상기 금속층(128)은 노즐 플레이트(120)를 이루는 다수의 물질층들 중에서 최상부의 물질층이다. 상기 금속층(128)은 잉크가 토출된 후에 히터(142) 및 그 주변에 잔류하는 열에너지를 외부로 발산시키는 역할을 하는 것으로서, 열전도성이 양호한 금속물질, 예컨대 니켈, 구리 또는 금과 같은 금속으로 이루어진다. 금속층(128)은 제3 보호층(123) 위에 상기 금속물질을 전기도금함으로써 대략 30 ~ 100 $\mu$ m, 바람직하게는 45 $\mu$ m 이상의 비교적 두꺼운 두께로 형성된다. 이를 위해, 제3 보호층(123) 위에는 상기 금속물

질의 전기도금을 위한 시드층(seed layer, 127)이 마련된다. 상기 시드층(127)은 구리, 크롬, 티타늄, 금 또는 니켈 등의 전기 전도성이 양호한 금속으로 이루어질 수 있다.

<83> 그리고, 상기 금속층(128)에는 상기한 바와 같이 상부 잉크챔버(132)와 노즐(138)이 형성된다. 상부 잉크챔버(132)는 상기 보호층들(121, 122, 123)을 사이에 두고 기판(110)에 형성된 하부 잉크챔버(131)와 마주보도록 형성된다. 따라서, 상기 보호층들(121, 122, 123)은 하부 잉크챔버(131)와 상부 잉크챔버(132) 사이에서 하부 잉크챔버(131)의 상부벽을 이루는 동시에 상부 잉크챔버(132)의 바닥벽을 이루게 되며, 상기 히터(142)는 하부 잉크챔버(131)와 상부 잉크챔버(132) 사이에 위치하게 된다. 따라서, 상기 히터(142)에서 발생된 열에너지는 대부분 하부 잉크챔버(131)와 상부 잉크챔버(132) 내에 채워진 잉크로 전달될 수 있다. 그리고, 상기 보호층들(121, 122, 123)에는 하부 잉크챔버(131)의 중심에 대응하는 위치에 하부 잉크챔버(131)와 상부 잉크챔버(132)를 연결하는 연결구(133)가 수직으로 관통되어 형성된다. 상기 연결구(133)의 평면 형상은 원형 또는 타원형이나 다각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다.

<84> 상부 잉크챔버(132)의 평면 형상은 하부 잉크챔버(131)의 형상에 상응하여 원형 또는 다른 형상으로 될 수 있으며, 그 직경은 하부 잉크챔버(131)의 직경과 동일하거나 보다 작을 수도 있다.

<85> 상기 노즐(138)은 실린더 형상으로 형성될 수도 있으나, 도시된 바와 같이 출구쪽으로 가면서 수평 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 형성된 것이 바람직하다. 이와 같이 노즐(138)이 테이퍼 형상으로 된 경우에는, 잉크의 토출 후 잉크 표면의 메니스커스가 보다 빨리 안정되는 장점이 있다. 그리고, 상기 노즐(138)의 수평 단면 형상은 원형

으로 된 것이 바람직하다. 한편, 노즐(138)의 수평 단면 형상은 원형이 아니더라도 타원형이나 다각형 등 다양한 형상을 가질 수 있다.

<86> 도 4a는 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 4b는 도 4a에 표시된 B-B'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다. 이하에서, 전술한 제1 실시예와 동일한 구성요소에 대한 설명은 간략하게 하거나 생략된다.

<87> 도 4a와 도 4b를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드는 기판(210)과, 기판(210) 상에 적층되는 다수의 물질층으로 이루어진 노즐 플레이트(220)를 구비한다. 기판(210)의 상면쪽에는 하부 잉크챔버(231)가 형성되고, 기판(210)의 저면 쪽에는 매니폴드(237)가 형성되며, 하부 잉크챔버(231)와 매니폴드(237) 사이에는 잉크 채널(236)이 형성된다.

<88> 상기 노즐 플레이트(220)는 기판(210) 상에 순차적으로 적층된 제1, 제2 및 제3 보호층(221, 222, 223)과, 제3 보호층(223) 위에 전기도금에 의해 적층된 금속층(228)을 포함한다. 상기 보호층들(221, 222, 223)과 금속층(228) 및 금속층(228)의 전기도금을 위해 형성되는 시드층(227)은 전술한 제1 실시예에서와 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

<89> 그리고, 상기 금속층(228)의 저면쪽에는 상부 잉크챔버(232)가 형성되고, 상부 잉크챔버(232)의 상부에는 잉크의 토출이 이루어지는 노즐(238)이 금속층(228)을 관통하여 형성된다. 상부 잉크챔버(232)와 노즐(238)도 전술한 제1 실시예에서와 동일하다.

- <90>      상기 제1 보호층(221)과 제2 보호층(222) 사이에는 히터(242)가 마련되며, 제2 보호층(222)과 제3 보호층(223) 사이에는 도체(244)가 마련된다. 본 실시예에서, 상기 히터(242)는 하부 잉크챔버(231)와 상부 잉크챔버(232)의 사이에 배치되며 사각형으로 형성되고, 상기 도체(244)는 컨택홀(C)을 통해 히터(242)의 양측 단부에 접속된다.
- <91>      상기 사각형 히터(242)의 둘레에는 하부 잉크챔버(231)와 상부 잉크챔버(232)를 연결하는 복수개의 연결구(233)가 상기 물질층들(231, 232, 233)을 관통하여 형성된다. 상기 연결구들(233)은 상부 잉크챔버(232)의 가장자리에 인접하여 원주방향을 따라 등간격으로 네 개가 마련될 수 있다. 그리고, 하부 잉크챔버(231)는 연결구들(233)을 통해 기판(210)을 등방성 식각함으로써 형성된다. 다시 설명하면, 연결구들(233)을 통해 기판(210)을 등방성 식각하게 되면 각 연결구(233)의 아래쪽에는 반구형의 공간들이 형성되고, 이 공간들은 원주방향으로 서로 연결되어 상기 하부 잉크챔버(231)를 이루게 되는 것이다. 이 때, 히터(242)의 중심부 아래쪽에는 식각되지 않은 기판 물질(211)이 잔존될 수 있다. 그러나, 연결구들(233) 사이의 간격을 줄이거나 식각 깊이를 증가시키면 상기 기판 물질(211)이 잔존되지 않게 할 수 있으며, 이에 따라 상기 반구형의 공간들은 원주방향 뿐만 아니라 반경방향으로도 연결될 수 있다. 한편, 상기 잉크채널(236)을 하부 잉크챔버(231)의 중심부위에 형성하게 되면, 도시된 바와 같이 상기 반구형의 공간들은 잉크채널(236)에 의해 반경방향으로도 연결된다.
- <92>      도 5a는 본 발명의 바람직한 제3 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 평면 구조를 도시한 도면이고, 도 5b는 도 5a에 표시된 D-D'선을 따른 잉크젯 프린트헤드의 수직 단면도이다. 이하에서, 전술한 실시예들과 동일한 구성요소에 대한 설명은 간략하게 하거나 생략된다.



- <93> 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예에 따른 잉크젯 프린트 헤드의 구조는 전술한 제2 실시예에서의 구조와 유사하다. 다만, 발열량을 증가시키기 위해 보다 넓은 면적의 사각형 히터(342)를 배치하고, 잉크채널(336)을 복수개 형성한 점은 제2 실시예와 다르다.
- <94> 상기한 바와 같이 히터(342)의 면적을 넓히게 되면, 연결구(333)는 히터(342)의 테두리 안쪽에 위치하거나 테두리에 걸쳐지게 되어 히터(342)의 일부분이 연결구(333)와 겹쳐지게 된다. 즉, 따라서, 본 실시예에서 히터(342)는 연결구(333)와 겹쳐지지 않는 형상을 가진다. 구체적으로, 연결구(333)는 상부 잉크챔버(332)의 가장자리에 인접하여 원주방향을 따라 등간격으로 복수개가 형성되며, 히터(342)에는 복수개의 연결구(333) 각각의 둘레로부터 소정 간격 떨어져 연결구(333)의 전부 또는 일부를 둘러싸는 구멍(342a)과 홈(342b)이 형성된다. 이와 같은 히터(342)는 제1 보호층(321)과 제2 보호층(322) 사이에 형성되며, 기판(310)의 상면쪽에 형성된 하부 잉크챔버(331)과 금속층(328)의 저면쪽에 형성된 상부 잉크챔버(332) 사이에 배치된다. 제2 보호층(322)과 제3 보호층(323) 사이에는 컨택홀(C)을 통해 히터(342)의 양단부에 접속되는 도체(344)가 형성된다.
- <95> 기판(310) 상에 마련되는 노즐 플레이트(320)는 상기 보호층들(321, 322, 323)과 금속층(328)으로 이루어지며, 금속층(328)에는 상부 잉크챔버(332)와 테이퍼 형상의 노즐(328)이 형성된다. 한편, 참조부호 327은 금속층(328)의 전기도금을 위한 시드층을 가리킨다.
- <96> 기판(310)의 상면쪽에 형성되는 하부 잉크챔버(331)는 전술한 제2 실시예에서와 같이 연결구들(333)을 통해 기판(310)을 등방성 식각함으로써 이루어질 수 있다. 그리고,

하부 잉크챔버(331)와 매니폴드(337)를 연결하는 잉크채널(336)은 상기한 바와 같이 복수개가 형성된다. 상기 잉크채널들(336)은 하부 잉크챔버(331)를 형성하는 반구형 공간들 각각마다 하나씩 형성될 수 있다.

<97> 한편, 상기 잉크채널(336)은 전술한 제2 실시예에서와 같이 하부 잉크챔버(331)의 중심부위에 하나만 형성될 수도 있다. 또한, 제2 실시예에 있어서도 제3 실시예에서와 같이 복수개의 잉크채널이 형성될 수 있으며, 이러한 점은 제1 실시예에 있어서도 마찬가지이다.

<98> 상기한 바와 같이, 본 발명의 제1, 제2 및 제3 실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드에 의하면, 두 개의 잉크챔버 사이에 히터가 배치됨으로써 히터에서 발생된 열에너지의 대부분이 두 개의 잉크챔버 내에 채워진 잉크에 전달될 수 있으므로 에너지 효율이 높아지게 된다. 또한, 기판으로 전도되어 흡수되는 열에너지는 종래에 비해 매우 감소하게 되어 프린트헤드 전체의 온도 상승이 억제된다. 특히, 잉크가 토출된 후에 히터 및 그 주변에 잔류하는 열에너지는 금속층을 통해 빠르게 외부로 발산되므로 프린트헤드의 온도 상승이 보다 효과적으로 억제된다. 이와 같이 본 발명에 의하면, 잉크의 가열과 냉각 속도가 빨라지게 되어 구동 주파수가 높아지게 되며, 장기간 안정적인 작동이 가능하게 된다.

<99> 이하에서는 도 6a 내지 6c를 참조하며 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드에서 잉크가 토출되는 메카니즘을 설명하기로 한다. 아래에서 잉크 토출 메카니즘은 도 4b에 도시된 제2 실시예에 따른 잉크젯 프린트헤드를 기준으로 설명된다.

<100> 먼저 도 6a를 참조하면, 상, 하부 잉크챔버(231, 232)와 노즐(238) 내부에 잉크(250)가 채워진 상태에서, 도체(244)을 통해 히터(242)에 펄스 형태의 전류가

인가되면 히터(242)에서 열이 발생된다. 발생한 열은 히터(242)의 위쪽과 아래쪽의 보호층들(221, 222, 223)을 통해 하부 잉크챔버(231)와 상부 잉크챔버(232) 내부의 잉크(250)로 전달되고, 이에 따라 잉크(250)가 비등하여 히터(250)의 아래쪽 뿐만 아니라 위쪽에도 버블(260)이 생성된다. 이 때, 히터(242)에서 발생한 열은 대부분 잉크(250)로 전달되므로 잉크(250)의 가열 속도가 빠르고 버블(260)의 생성이 빨라지게 된다. 생성된 버블(260)은 지속적인 열에너지의 공급에 따라 팽창하게 되고, 이에 따라 노즐(238) 내부의 잉크(250)는 노즐(238) 밖으로 밀려나가게 된다.

<101> 이어서, 도 6b를 참조하면, 버블(260)이 최대로 팽창된 시점에서 인가했던 전류를 차단하면, 버블(260)은 수축하여 소멸된다. 이 때, 상,하부 잉크챔버(231, 232) 내에는 부압이 걸리게 되어 노즐(238) 내부의 잉크(250)는 다시 상부 잉크챔버(232) 쪽으로 되돌아 오게 된다. 이와 동시에 노즐(238) 밖으로 밀려 나갔던 부분은 관성력에 의해 액적(250')의 형태로 노즐(238) 내부의 잉크(250)와 분리되어 토출된다.

<102> 잉크 액적(250')이 분리된 후 노즐(238) 내부에 형성되는 잉크(250) 표면의 메니스커스는 상부 잉크챔버(232)쪽으로 후퇴하게 된다. 이 때, 두꺼운 금속층(228)에 충분히 긴 노즐(238)이 형성되어 있으므로, 메니스커스의 후퇴는 노즐(238) 내에서만 이루어지게 되고 상부 잉크챔버(232) 내에까지 후퇴하지 않는다. 따라서, 상부 잉크챔버(232) 내부로 외기가 유입되는 것이 방지되며, 메니스커스의 초기 상태로의 복귀도 빨라지게 되어 잉크 액적(250')의 고속 토출을 안정적으로 유지할 수 있다. 또한, 이 과정에서는 잉크 액적(250')의 토출 후 히터(242)와 그 주변에 잔류된 열이 금속층(228)을 통해 외부로 발산되므로, 히터(242)와 노즐(238) 및 그 주변의 온도가 보다 빠르게 낮아지게 된다.

- <103> 다음으로 도 6c를 참조하면, 상,하부 잉크챔버(231, 232) 내부의 부압이 사라지게 되면, 노즐(238) 내부에 형성되어 있는 메니스커스에 작용하는 표면장력에 의해 잉크(250)는 다시 노즐(238)의 출구 단부쪽으로 상승하게 된다. 이 때, 노즐(238)이 테이퍼 형상으로 된 경우에는, 잉크(250)의 상승 속도가 보다 빨라지게 되는 장점이 있다. 이에 따라 상,하부 잉크챔버(231, 232) 내부는 잉크채널(236)을 통해 공급되는 잉크(250)로 다시 채워진다. 잉크(250)의 리필이 완료되어 초기상태로 복귀하게 되면, 상기한 과정이 반복된다. 또한, 이 과정에서도 금속층(228)을 통해 방열이 이루어지게 되어 열적으로도 초기상태로의 복귀가 보다 빨리 이루어질 수 있다.
- <104> 이하에서는 상기한 바와 같은 구조를 가진 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 설명하기로 한다.
- <105> 도 7 내지 도 18은 도 3a와 도 3b에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다.
- <106> 먼저, 도 7을 참조하면, 본 실시예에서 기판(110)으로는 실리콘 웨이퍼를 대략 300 ~ 500 $\mu$ m 정도의 두께로 가공하여 사용한다. 실리콘 웨이퍼는 반도체 소자의 제조에 널리 사용되는 것으로서, 대량생산에 효과적이다.
- <107> 한편, 도 7에 도시된 것은 실리콘 웨이퍼의 극히 일부를 도시한 것으로서, 본 발명에 따른 잉크젯 프린트헤드는 하나의 웨이퍼에서 수십 내지 수백개의 칩 상태로 제조될 수 있다.

<108> 그리고, 준비된 실리콘 기판(110)의 상면에 제1 보호층(121)을 형성한다. 상기 제1 보호층(121)은 기판(110)의 상면에 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물을 증착함으로써 이루어질 수 있다.

<109> 이어서, 기판(110)의 상면에 형성된 제1 보호층(121) 위에 히터(142)를 형성한다. 상기 히터(142)는 제1 보호층(121)의 전표면에 불순물이 도핑된 폴리 실리콘, 탄탈륨-알루미늄 합금, 탄탈륨 질화물(tantalum nitride), 티타늄 질화물(titanium nitride) 또는 텅스텐 실리사이드(tungsten silicide)등의 저항 발열체를 소정 두께로 증착한 다음 이를 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 구체적으로, 폴리 실리콘은 불순물로서 예컨대 인(P)의 소스가스와 함께 저압 화학기상증착법(LPCVD; Low pressure chemical vapor deposition)에 의해 대략 0.7 ~ 1 $\mu$ m 두께로 증착될 수 있으며, 탄탈륨-알루미늄 합금, 탄탈륨 질화물(tantalum nitride), 티타늄 질화물(titanium nitride) 또는 텅스텐 실리사이드(tungsten silicide)는 스퍼터링(sputtering)이나 화학기상증착법(CVD; Chemical vapor deposition) 등에 의해 대략 0.1 ~ 0.3 $\mu$ m 두께로 증착될 수 있다. 이 저항 발열체의 증착 두께는, 히터(142)의 폭과 길이를 고려하여 적절한 저항값을 가지도록 다른 범위로 할 수도 있다. 제1 보호층(121)의 전표면에 증착된 저항 발열체는, 포토마스크와 포토레지스트를 이용한 사진공정과 포토레지스트 패턴을 식각마스크로 하여 식각하는 식각공정에 의해 패터닝될 수 있다.

<110> 다음으로, 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 보호층(121)과 히터(142)의 상면에 제2 보호층(122)을 형성한다. 구체적으로, 제2 보호층(122)은 실리콘 산화물 또는 실리콘 질화물을 대략 0.5 ~ 3 $\mu$ m 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다. 이어서, 제2 보호층

(122)을 부분적으로 식각하여 히터(142)의 일부분, 즉 도 9의 단계에서 도체(144)와 접속될 부분을 노출시키는 컨택홀(C)을 형성한다.

<111> 도 9는 제2 보호층(122)의 상면에 도체(144)와 제3 보호층(123)을 형성한 상태를 도시한 도면이다. 구체적으로, 도체(144)는 전기 및 열 전도성이 좋은 금속, 예컨대 알루미늄이나 알루미늄 합금 또는 금이나 은을 스퍼터링에 의해 대략  $1\mu\text{m}$  두께로 증착하고 이를 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 그러면, 도체(144)는 컨택홀(C)을 통해 히터(142)와 접속되도록 형성된다. 이어서, 제2 보호층(122)과 도체(144) 위에 제3 보호층(123)을 형성한다. 구체적으로, 제3 보호층(123)은 TEOS(Tetraethylorthosilicate) 산화물을 플라즈마 화학기상증착법(PECVD; Plasma enhanced chemical vapor deposition)에 의해 대략  $0.7 \sim 3\mu\text{m}$  정도의 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다.

<112> 도 10은 연결구(133)를 형성한 상태를 도시한 것이다. 연결구(133)는 히터(142) 안쪽의 제3 보호층(123), 제2 보호층(122) 및 제1 보호층(121)을 반응성이온식각법(RIE; Reactive ion etching)에 의해 순차적으로 이방성 식각함으로써 형성될 수 있다.

<113> 다음으로, 도 11에 도시된 바와 같이, 도 10의 결과물 전표면에 전기도금을 위한 시드층(seed layer, 127)을 형성한다. 상기 시드층(127)은 전기도금을 위해 도전성이 양호한 구리(Cu), 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 금(Au) 또는 니켈(Ni) 등의 금속을 스퍼터링에 의해 대략  $500 \sim 3000\text{\AA}$ 의 두께로 증착함으로써 이루어질 수 있다.

<114> 도 12 내지 도 14는 상부 잉크챔버와 노즐을 형성하기 위한 희생층(129)을 형성하는 단계들을 도시한 것이다.

- <115> 먼저, 도 12에 도시된 바와 같이, 상기 시드 층(127)의 전표면에 포토레지스트(PR)를 상부 잉크챔버와 노즐의 높이보다 약간 높은 두께로 도포한다. 이 때, 연결구(133) 내부에도 포토레지스트(PR)가 채워지도록 한다.
- <116> 이어서, 포토레지스트(PR)의 상부를 패터닝하여 노즐(도 16의 138)이 형성될 부위만을 남긴다. 이 때, 포토레지스트(PR)는 상면으로부터 소정 두께만큼, 즉 노즐(138)의 높이만큼 아래쪽으로 갈수록 그 단면적이 점차 넓어지는 테이퍼 형상으로 패터닝된다. 이러한 패터닝은 포토레지스트(PR)의 상면으로부터 소정 간격 이격되어 설치된 포토마스크를 통해 포토레지스트(PR)를 노광시키는 근접 노광(proximity exposure)에 의해 수행될 수 있다. 이 경우, 포토마스크를 통과한 광은 회절되고, 이에 따라 포토레지스트(PR)의 노광 부위와 노광되지 않은 부위의 경계면이 경사지게 형성된다. 그리고, 상기 경계면의 경사도와 노광 깊이는 근접 노광 공정에서 포토마스크와 포토레지스트 사이의 간격 및 노광 에너지에 의해 조절될 수 있다.
- <117> 한편, 노즐(138)은 실린더 형상으로 형성될 수 있으며, 이 경우에는 포토레지스트(PR)의 상부는 기둥 형상으로 패터닝된다.
- <118> 다음으로, 잔존된 포토레지스트(PR)의 하부를 패터닝하여 상부 잉크챔버(도 16의 132)가 형성될 부위만을 남긴다. 이 때, 잔존된 포토레지스트(PR)의 하부의 둘레는 경사면 또는 수직면으로 형성될 수 있다. 잔존된 포토레지스트(PR)의 하부의 둘레를 경사면으로 형성하는 경우에는, 상기한 바와 같은 방법, 즉 근접 노광 공정에 의해 포토레지스트(PR)의 하부의 패터닝이 수행된다.
- <119> 상기한 바와 같이 포토레지스트(PR)에 대한 두 단계의 패터닝 공정을 거치게 되면, 도시된 바와 같이 상부 잉크챔버(132)와 노즐(138)을 형성하기 위한 희생층(129)이 형성

된다. 한편, 상기 희생층(129)은 포토레지스트(PR)뿐만 아니라 감광성 폴리머로 이루어질 수도 있다.

<120> 다음으로, 도 15에 도시된 바와 같이, 시드층(127)의 상면에 소정 두께의 금속층(128)을 형성한다. 금속층(128)은 열전도성이 양호한 금속, 예컨대 니켈(Ni), 구리(Cu) 또는 금(Au)을 시드층(127) 표면에 전기도금시켜 대략 30 ~ 100 $\mu$ m, 바람직하게는 45 $\mu$ m 이상의 비교적 두꺼운 두께로 형성될 수 있다. 이 금속층(128)의 두께는 상부 잉크챔버와 노즐의 높이 등을 고려하여 적정하게 정해질 수 있다.

<121> 전기도금이 완료된 후의 금속층(128)의 표면은 그 아래에 형성된 물질층들에 의해 요철을 갖게 된다. 따라서, 화학기계적 연마(CMP; Chemical mechanical polishing)에 의해 금속층(128)의 표면을 평탄화할 수 있다.

<122> 이어서, 희생층(129)과, 희생층(129) 아래의 시드층(127)을 순차적으로 식각하여 제거한다. 그러면, 도 16에 도시된 바와 같이 금속층(128)에 상부 잉크챔버(132)와 노즐(138)이 형성되고, 보호층들(121, 122, 123)에는 연결구(133)가 형성된다. 이와 동시에 기판(110) 상에 다수의 물질층이 적층되어 이루어진 노즐 플레이트(120)가 완성된다.

<123> 한편, 상기 상부 잉크챔버(132)와 노즐(138)을 가진 금속층(128)은 다음과 같은 단계를 거쳐 형성될 수도 있다. 도 11의 단계에서, 연결구(133) 내부를 포토레지스트로 채운 다음 시드층(127)을 형성한다. 이어서, 전술한 바와 같이 희생층(129)을 형성한다. 다음에는, 도 15에 도시된 바와 같이 금속층(128)을 형성시킨 후, 화학기계적연마에 의해 금속층(128)의 표면을 평탄화시킨다. 이어서, 희생층(129), 희생층(129) 아랫 부분의 시드층(127), 연결구(133) 내부의 포토레지스트를 식각하여 제거하면 도 16에 도시된 바와 같은 금속층(128)이 형성된 노즐 플레이트(120)가 완성된다.



- <124> 도 17은 기판(110)의 상면쪽에 소정 깊이의 하부 잉크챔버(131)를 형성한 상태를 도시한 것이다. 하부 잉크챔버(131)는 연결구(133)에 의해 노출된 기판(110)을 등방성 식각함으로써 형성할 수 있다. 구체적으로,  $\text{XeF}_2$  가스 또는  $\text{BrF}_3$  가스를 식각가스로 사용하여 기판(110)을 소정 시간 동안 건식식각한다. 그러면 도시된 바와 같이, 깊이와 반경이 대략  $20 \sim 40\mu\text{m}$ 인 반구형의 하부 잉크챔버(131)가 형성된다.
- <125> 도 18은 기판(110)의 저면쪽을 식각하여 매니폴드(137)와 잉크채널(136)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 구체적으로, 기판(110)의 배면에 식각될 영역을 한정하는 식각마스크를 형성한 후, 기판(110)의 배면을 에칭액으로 TMAH(Tetramethyl Ammonium Hydroxide) 또는 수산화칼륨(KOH; potassium hydroxide)을 사용하여 습식식각하면, 도시된 바와 같이 측면이 경사진 매니폴드(137)가 형성된다. 한편, 매니폴드(137)는 기판(110)의 배면을 이방성 건식식각함으로써 형성될 수도 있다. 이어서, 매니폴드(137)가 형성된 기판(110)의 배면에 잉크 채널(136)을 한정하는 식각마스크를 형성한 후, 매니폴드(137)와 하부 잉크챔버(131) 사이의 기판(110)을 반응성이온식각법(RIE)에 의해 건식식각하여 잉크채널(136)을 형성한다. 한편, 잉크 채널(136)은 기판(110)의 상면쪽에서 노즐(138)과 연결구(133)를 통해 하부 잉크챔버(131) 바닥의 기판(110)을 식각하여 형성할 수도 있다.
- <126> 상기한 단계들을 거치게 되면, 도 18에 도시된 바와 같이 기판(110)에 형성된 하부 잉크챔버(131)와 노즐 플레이트(120)의 금속층(128)에 형성된 상부 잉크챔버(132) 사이에 히터(142)가 배치된 본 발명의 제1 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드가 완성된다.

- <127> 도 19 내지 도 23은 도 4a와 도 4b에 도시된 본 발명의 제2 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 바람직한 제조방법을 단계적으로 설명하기 위한 단면도들이다. 이하에서, 전술한 제조방법과 동일한 단계에 대해서는 설명을 생략하거나 간략하게 한다. 그리고, 도 5a와 도 5b에 도시된 본 발명의 제3 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법도 이하에서 설명되는 제조방법과 유사하므로, 차이점에 대해서만 간략하게 설명하기로 한다.
- <128> 먼저, 도 19를 참조하면, 실리콘 기판(210)의 상면에 제1 보호층(221)을 형성한 뒤, 제1 보호층(221) 위에 사각형의 히터(242)를 형성한다. 다음으로, 제1 보호층(221)과 히터(242)의 상면에 제2 보호층(222)을 형성한다. 이어서, 제2 보호층(222)을 부분적으로 식각하여 히터(242)의 양측 단부, 즉 도체(244)와 접속될 부분을 노출시키는 컨택홀(C)을 형성한다. 그리고, 제2 보호층(222)의 상면에 컨택홀(C)을 통해 히터(242)와 접속되도록 도체(244)를 형성한다. 이어서, 제2 보호층(222)과 도체(244) 위에 제3 보호층(223)을 형성한다.
- <129> 도 19에 도시된 단계는 히터(242)의 형상과 도체(244)의 배치 형태를 제외하고는 전술한 제조방법에서와 거의 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.
- <130> 도 20은 연결구(233)를 형성한 상태를 도시한 것이다. 연결구(233)는 히터(242)의 둘레에 등간격으로 복수개가 형성된다. 구체적으로, 각각의 연결구(233)는 제3 보호층(223), 제2 보호층(222) 및 제1 보호층(221)을 반응성이온식각법에 의해 순차적으로 이방성 식각함으로써 형성될 수 있다.
- <131> 한편, 도 5a와 도 5b에 도시된 히터(342)를 형성하고자 하는 경우에는, 히터(342)와 연결구(333)가 겹치는 것을 방지하기 위해, 히터(342)를 패터닝할 때 연결구(333)가

형성될 위치에 연결구(333)의 전부 또는 일부를 둘러싸는 구멍(342a)과 홈(342b)을 미리 형성시키게 된다.

<132> 다음으로, 도 21에 도시된 바와 같이, 도 20의 결과물 전표면에 전기도금을 위한 시드층(227)을 형성한다. 이어서, 시드층(227) 위에 포토레지스트를 소정 두께로 도포한 뒤 이를 패터닝하여 상부 잉크챔버와 노즐을 형성하기 위한 희생층(229)을 형성한다. 다음에는, 시드층(227)의 상면에 열전도성이 양호한 금속을 소정 두께로 전기도금하여 금속층(228)을 형성한다. 그리고, 금속층(228)은 화학기계적 연마에 의해 그 표면이 평탄화될 수 있다. 상기한 시드층(227), 희생층(229) 및 금속층(228)의 형성 방법은 전술한 제조방법에서와 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

<133> 도 22는 노즐(238), 상부 잉크챔버(232), 연결구(233) 및 하부 잉크챔버(231)를 형성한 상태를 도시한 것이다. 구체적으로, 도 21에 도시된 희생층(229)과, 희생층(229) 아래의 시드층(227)을 순차적으로 식각하여 제거하면, 도 22에 도시된 바와 같이 금속층(228)에 상부 잉크챔버(232)와 노즐(238)이 형성되고, 보호층들(221, 222, 223)에는 복수의 연결구(233)가 형성된다. 이와 동시에 기판(210) 상에 다수의 물질층이 적층되어 이루어진 노즐 플레이트(220)가 완성된다.

<134> 이어서, 복수의 연결구들(233)을 통해 기판(110)의 상면을 소정 깊이로 등방성 식각한다. 구체적으로,  $\text{XeF}_2$  가스 또는  $\text{BrF}_3$  가스를 식각가스로 사용하여 기판(210)을 소정 시간 동안 건식식각한다. 그러면 도시된 바와 같이, 연결구들(233)의 아래쪽에 반구형의 공간들이 형성되고, 이 공간들은 원주방향으로 서로 연결되어 하부 잉크챔버(231)를 이루게 된다. 이 때, 히터(242)의 중심부 아래쪽에는 식각되지 않은 기판 물질(211)이 잔존될 수 있다. 그러나, 연결구들(233) 사이의 간격을 줄이거나 식각 깊이를 증가시

키면 상기 기판 물질(211)이 잔존되지 않게 할 수 있으며, 이에 따라 상기 반구형의 공간들은 원주방향 뿐만 아니라 반경방향으로도 연결될 수 있다.

<135> 도 23은 기판(210)의 저면쪽을 식각하여 매니폴드(237)와 잉크채널(236)을 형성한 상태를 도시한 것이다. 매니폴드(237)와 잉크채널(236)의 형성 방법은 전술한 바와 같다. 그리고, 상기 잉크채널(236)을 하부 잉크챔버(231)의 중심부위에 형성하게 되면, 도시된 바와 같이 상기 반구형의 공간들은 잉크채널(236)에 의해 반경방향으로도 연결된다. 한편, 하부 잉크챔버(231)를 형성하는 반구형 공간들 각각마다 하나씩 잉크채널(236)을 형성할 수도 있다.

<136> 상기한 단계들을 거치게 되면, 도 23에 도시된 바와 같은 구조를 가진 본 발명의 제2 실시예에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드가 완성된다.

<137> 이상 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명했지만, 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않고, 다양한 변형 및 균등한 타실시예가 가능하다. 예컨대, 본 발명에서 프린트헤드의 각 요소를 구성하기 위해 사용되는 물질은 예시되지 않은 물질을 사용할 수도 있다. 또, 각 물질의 적층 및 형성방법도 단지 예시된 것으로서, 다양한 증착방법과 식각방법이 적용될 수 있다. 아울러, 각 단계에서 예시된 구체적인 수치는 제조된 프린트헤드가 정상적으로 작동할 수 있는 범위 내에서 얼마든지 예시된 범위를 벗어나 조정가능하다. 또한, 본 발명의 프린트헤드 제조방법의 각 단계의 순서는 예시된 바와 달리할 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

**【발명의 효과】**

- <138>       이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 일체형 잉크젯 프린트헤드 및 그 제조 방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- <139>       첫째, 두 개의 잉크챔버 사이에 히터가 배치됨으로써, 히터에서 발생된 대부분의 열에너지가 잉크에 전달될 수 있으므로, 에너지 효율과 구동 주파수가 높아져 잉크 토출 성능이 향상된다.
- <140>       둘째, 노즐 플레이트에 형성된 두꺼운 금속층을 통한 방열 능력이 향상되어 프린트 헤드의 온도 상승이 억제되므로 장기간 안정적인 작동이 가능하게 된다.
- <141>       셋째, 다수의 물질층으로 이루어지는 노즐 플레이트가 기판 상에 일체로 형성되므로, 제조 공정이 간단하고 오정렬의 문제점이 해소된다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

상면쪽에는 토출될 잉크가 채워지는 하부 잉크챔버가 형성되고, 저면쪽에는 상기 하부 잉크챔버에 잉크를 공급하기 위한 매니폴드가 형성되며, 상기 하부 잉크챔버와 상기 매니폴드 사이에는 잉크채널이 관통되어 형성된 기판;

상기 기판 상에 순차 적층된 다수의 보호층과 상기 다수의 보호층 위에 형성된 금속층으로 이루어지며, 상기 금속층의 저면쪽에는 상기 하부 잉크챔버와 마주보는 상부 잉크 챔버가 형성되고, 상기 금속층의 상면쪽에는 상기 상부 잉크챔버와 연결되는 노즐이 형성되며, 상기 보호층들에는 상기 상부 잉크챔버와 하부 잉크챔버를 연결하는 연결구가 관통 형성된 노즐 플레이트;

상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 상부 잉크챔버와 하부 잉크챔버 사이에 위치하여 상기 잉크챔버들 내부의 잉크를 가열하는 히터; 및

상기 보호층들 사이에 마련되며, 상기 히터와 전기적으로 연결되어 상기 히터에 전류를 인가하는 도체;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서,

상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 중심에 대응되는 위치에 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 3】**

제 2항에 있어서,

상기 히터는 상기 연결구를 둘러싸는 형상으로 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 4】**

제 1항에 있어서,

상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 가장자리에 인접하여 원주방향을 따라 복수개가 배치된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 5】**

제 4항에 있어서,

상기 히터는 사각형으로 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 6】**

제 4항에 있어서,

상기 복수개의 연결구들은 상기 히터의 둘레에 상기 히터로부터 소정 간격 떨어져 배치된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 7】**

제 4항에 있어서,

상기 복수개의 연결구들은 그 각각의 적어도 일부가 상기 히터의 테두리 안쪽에 배치되며, 상기 히터에는 상기 복수개의 연결구 각각의 적어도 일부분을 둘러싸는 구멍 또는 홈이 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 8】**

제 4항에 있어서,

상기 하부 잉크챔버는, 상기 복수개의 연결구 각각의 아래쪽에 형성된 반구형 공간들이 적어도 원주방향으로 연결되어 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 9】**

제 8항에 있어서,

상기 잉크채널은 상기 반구형 공간들 각각의 바닥면 중심부에 하나씩 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 10】**

제 1항에 있어서,

상기 잉크채널은 상기 하부 잉크챔버의 중심에 대응하는 위치에 하나가 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 11】**

제 1항에 있어서,

상기 잉크채널은 상기 하부 잉크챔버의 바닥면에 복수개가 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 12】**

제 1항에 있어서,



상기 노즐은 출구쪽으로 가면서 점차 단면적이 작아지는 테이퍼 형상으로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 13】**

제 1항에 있어서,

상기 금속층은 니켈, 구리 및 금 중에서 어느 하나의 금속으로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 14】**

제 1항에 있어서,

상기 금속층은 전기도금에 의해 45 ~ 100 $\mu$ m 두께로 형성된 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드.

**【청구항 15】**

(가) 기판을 준비하는 단계;

(나) 상기 기판 상에 다수의 보호층을 순차적으로 적층하면서, 히터와 상기 히터에 연결되는 도체를 상기 보호층들 사이에 형성하는 단계;

(다) 상기 보호층들을 관통하도록 식각하여 연결구를 형성하는 단계;

(라) 상기 보호층들 위에 금속층을 형성하면서, 상기 금속층의 저면쪽에는 상기 히터의 상부에 위치하도록 상기 연결구와 연결되는 상부 잉크챔버를 형성하고, 상기 금속층의 상면쪽에는 상기 상부 잉크챔버와 연결되도록 노즐을 형성하는 단계;

(마) 상기 연결구를 통해 상기 기판의 상면쪽을 식각하여 상기 히터의 아래쪽에 위치하도록 상기 연결구와 연결되는 하부 잉크챔버를 형성하는 단계;

(바) 상기 기판의 저면쪽을 식각하여 잉크를 공급하는 매니폴드를 형성하는 단계;  
및

(사) 상기 매니폴드와 상기 하부 잉크챔버 사이의 상기 기판을 관통되도록 식각하여 잉크채널을 형성하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 16】**

제 15항에 있어서,

상기 기판은 실리콘 웨이퍼로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 17】**

제 15항에 있어서, 상기 (나) 단계는,

상기 기판의 상면에 제1 보호층을 형성하는 단계;

상기 제1 보호층 위에 저항발열물질을 증착한 뒤 이를 패터닝하여 상기 히터를 형성하는 단계;

상기 제1 보호층과 상기 히터 위에 제2 보호층을 형성하는 단계;

상기 제2 보호층을 부분적으로 식각하여 상기 히터의 일부분을 노출시키는 컨택홀을 형성하는 단계;

상기 제2 보호층 위에 전기 전도성 금속을 증착한 뒤 이를 패터닝하여 상기 컨택홀을 통해 상기 히터에 접속되는 상기 도체를 형성하는 단계; 및

상기 제2 보호층과 상기 도체 위에 제3 보호층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 18】

제 15항에 있어서,

상기 연결구는 상기 보호층들을 반응성이온식각에 의해 이방성 건식식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 19】

제 15항에 있어서, 상기 (라) 단계는,

상기 보호층들 위에 전기도금을 위한 시드층을 형성하는 단계;

상기 시드층 위에 상기 상부 잉크챔버와 상기 노즐을 형성하기 위한 희생층을 형성하는 단계;

상기 시드층 위해 상기 금속층을 전기도금에 의해 형성하는 단계; 및

상기 희생층과 상기 희생층 아래의 상기 시드층을 제거하여 상기 상부 잉크챔버와 상기 노즐을 형성하는 단계;를 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 20】

제 19항에 있어서,

상기 시드층은 구리, 크롬, 티타늄, 금 및 니켈 중에서 어느 하나의 금속을 상기 보호층들 위에 증착함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 21】**

제 19항에 있어서, 상기 회생층을 형성하는 단계는,  
상기 시드층 위에 포토레지스트를 소정의 두께로 도포하는 단계;  
상기 포토레지스트의 상부를 1차 패터닝하여 하여 상기 노즐 형상의 회생층을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트의 하부를 2차 패터닝하여 상기 노즐 형상의 회생층 아래에 상기 상부 잉크챔버 형상의 회생층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 22】**

제 21항에 있어서,  
상기 1차 패터닝은, 포토마스크를 상기 포토레지스트의 표면으로부터 소정 간격 이격되도록 설치하여 노광시키는 근접 노광에 의해 상기 노즐 형상의 회생층을 아래쪽으로 갈수록 단면적이 넓어지는 테이퍼 형상으로 패터닝하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 23】**

제 22항에 있어서,  
상기 포토레지스트와 상기 포토마스크 사이의 간격 및 노광 에너지를 조절함으로써 상기 노즐 형상의 회생층의 경사도를 조절하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 24】**

제 19항에 있어서,

상기 금속층은 니켈, 구리 및 금 중에서 어느 하나의 금속으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 25】**

제 19항에 있어서,

상기 금속층을 형성하는 단계 후에, 상기 금속층의 상면을 화학기계적연마 공정의 의해 평탄화하는 단계;를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 26】**

제 15항에 있어서,

상기 하부 잉크챔버는 상기 연결구를 통해 노출된 상기 기판을 등방성 건식식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 27】**

제 15항에 있어서,

상기 잉크채널은 상기 매니폴드가 형성된 상기 기판의 저면쪽에서 상기 기판을 반응성이온식각법에 의해 이방성 건식식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 28】**

제 15항에 있어서,

상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 중심에 대응되는 위치에 하나가 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 29】**

제 28항에 있어서,

상기 히터는 상기 연결구를 둘러싸는 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 30】**

제 28항에 있어서,

상기 잉크채널은 상기 기판의 상면쪽에서 상기 연결구를 통해 상기 하부 잉크챔버 바닥의 상기 기판을 반응성이온식각법에 의해 이방성 건식식각함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 31】**

제 15항에 있어서,

상기 연결구는 상기 상부 잉크챔버의 가장자리에 인접하여 원주방향을 따라 복수개가 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 32】**

제 31항에 있어서,

상기 히터는 사각형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 33】**

제 31항에 있어서,

상기 복수개의 연결구들은 상기 히터의 둘레에 상기 히터로부터 소정 간격 떨어져 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 34】**

제 31항에 있어서,

상기 히터는 그 테두리 안쪽 또는 그 테두리에 걸쳐서 구멍 또는 홈이 형성되도록 패터닝되고, 상기 복수의 연결구들은 상기 구멍 또는 홈 안쪽에 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 35】**

제 31항에 있어서,

상기 하부 잉크챔버는 상기 복수의 연결구를 통해 노출된 상기 기관의 등방성 건식 식각에 의해 상기 복수개의 연결구 각각의 아래쪽에 형성되는 반구형 공간들이 서로 원주방향으로 연결되어 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

**【청구항 36】**

제 35항에 있어서,

상기 잉크채널은 상기 잉크챔버의 중심부위에 하나가 형성되며, 상기 잉크채널에 의해 상기 반구형 공간들은 반경방향으로도 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

【청구항 37】

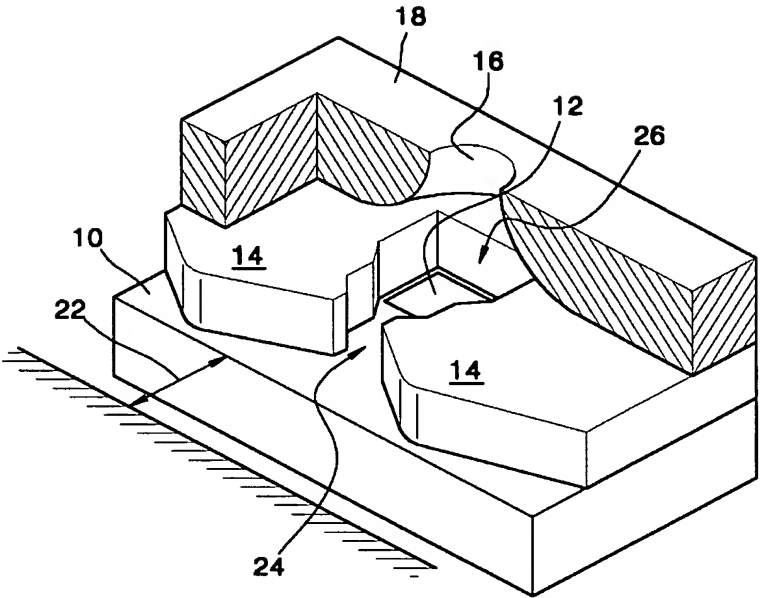
제 35항에 있어서,

상기 잉크채널은 상기 반구형 공간들 각각의 바닥면 중심부에 하나씩 형성되는 것을 특징으로 하는 일체형 잉크젯 프린트헤드의 제조방법.

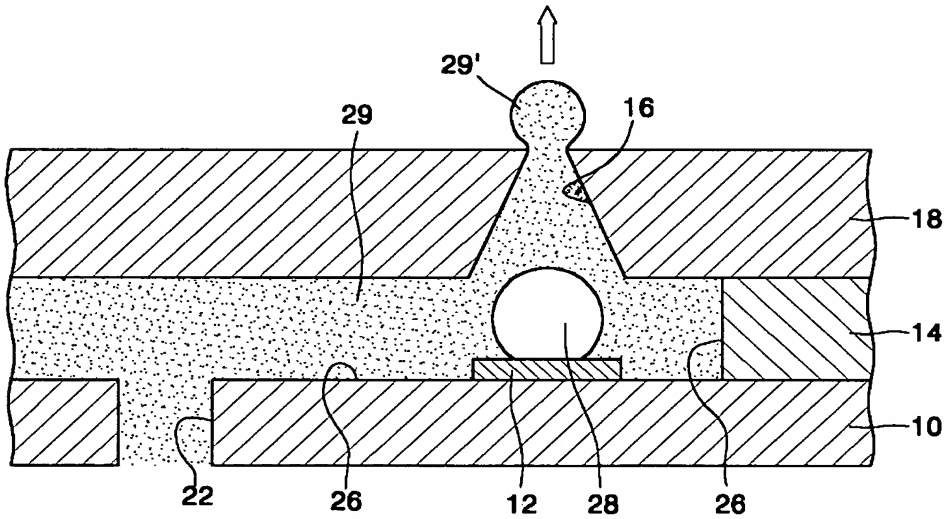


【도면】

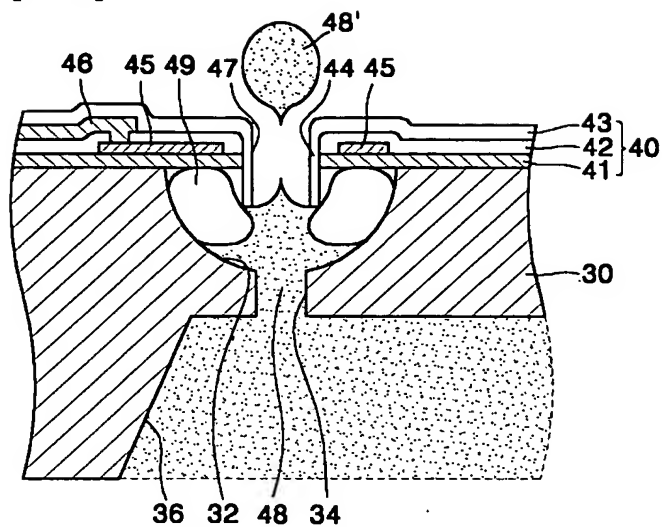
【도 1a】



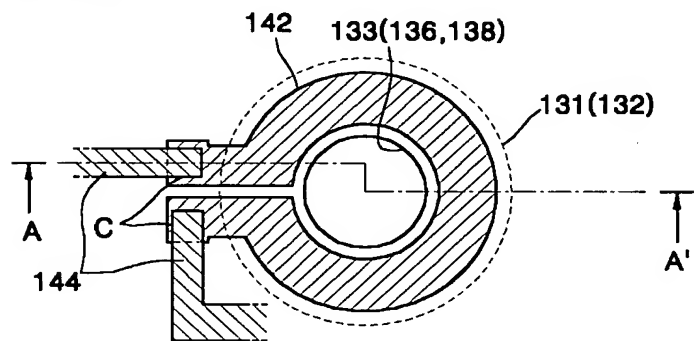
【도 1b】



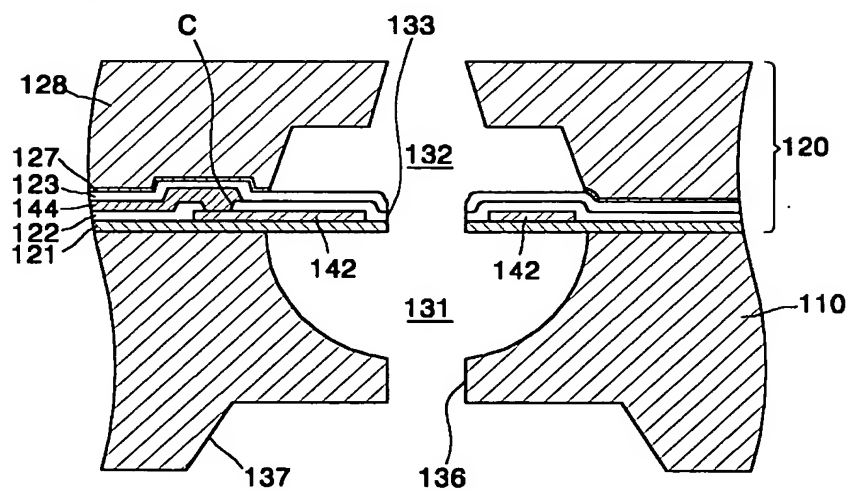
【도 2】



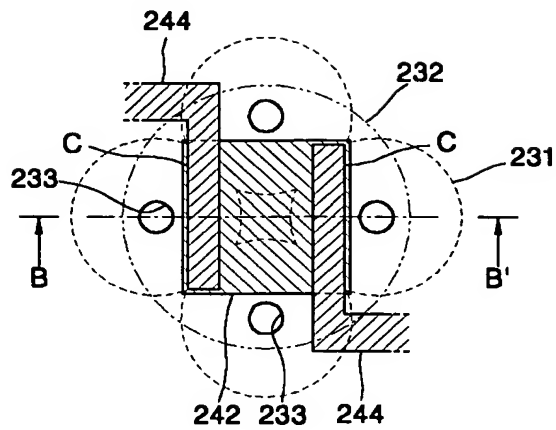
【도 3a】



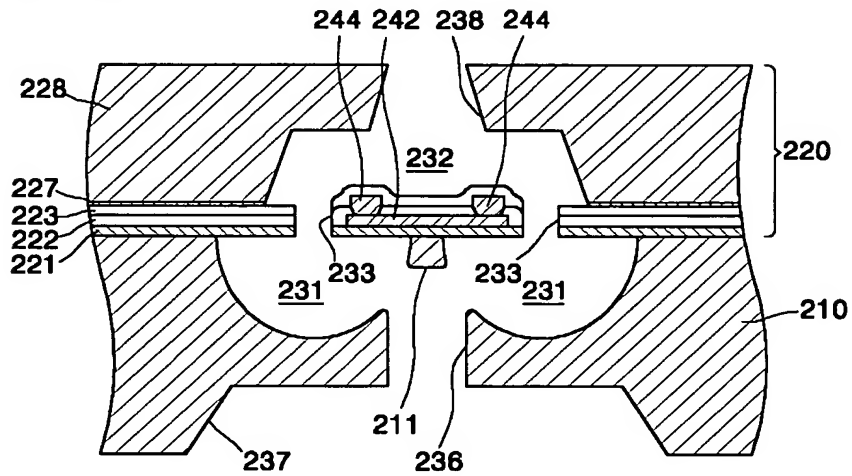
【도 3b】



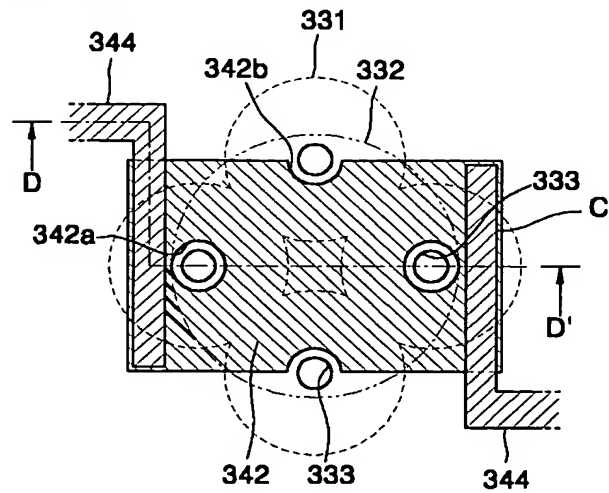
【도 4a】



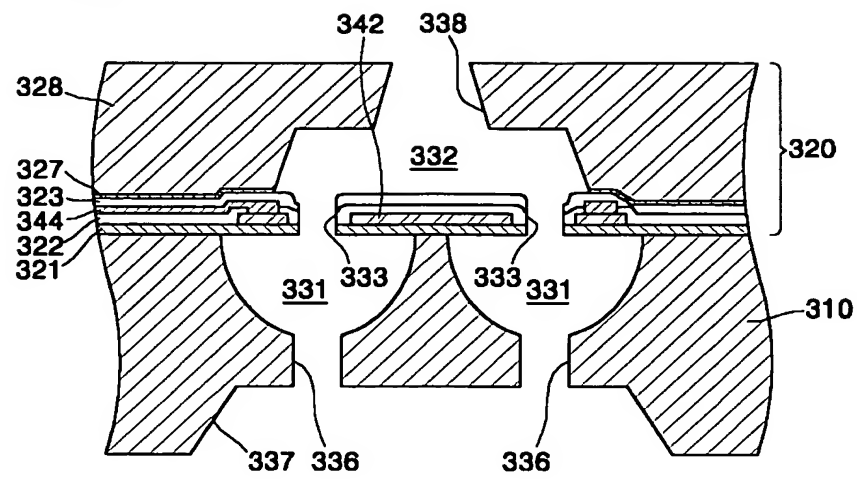
【도 4b】



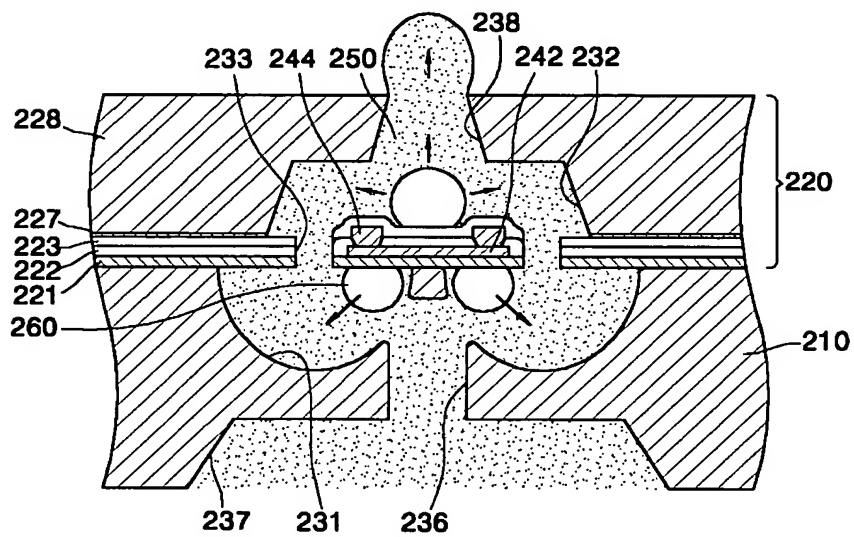
【도 5a】



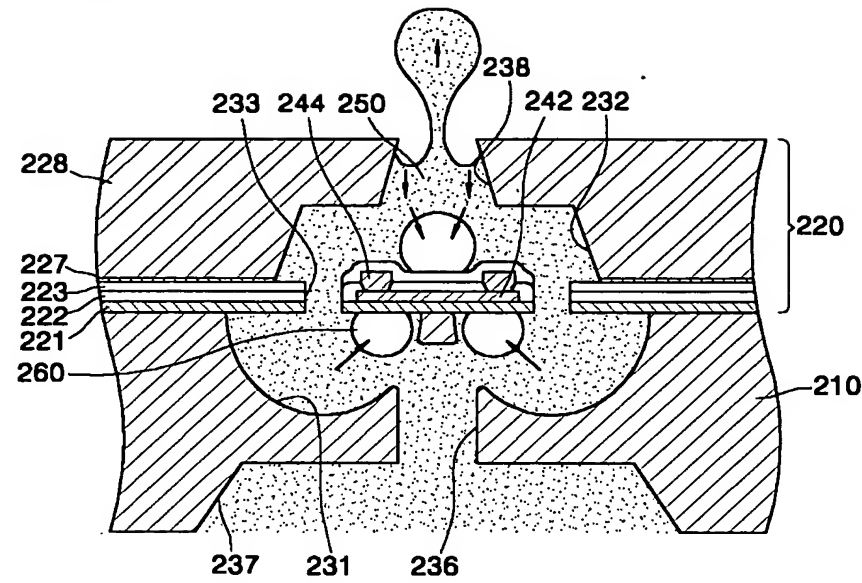
【도 5b】



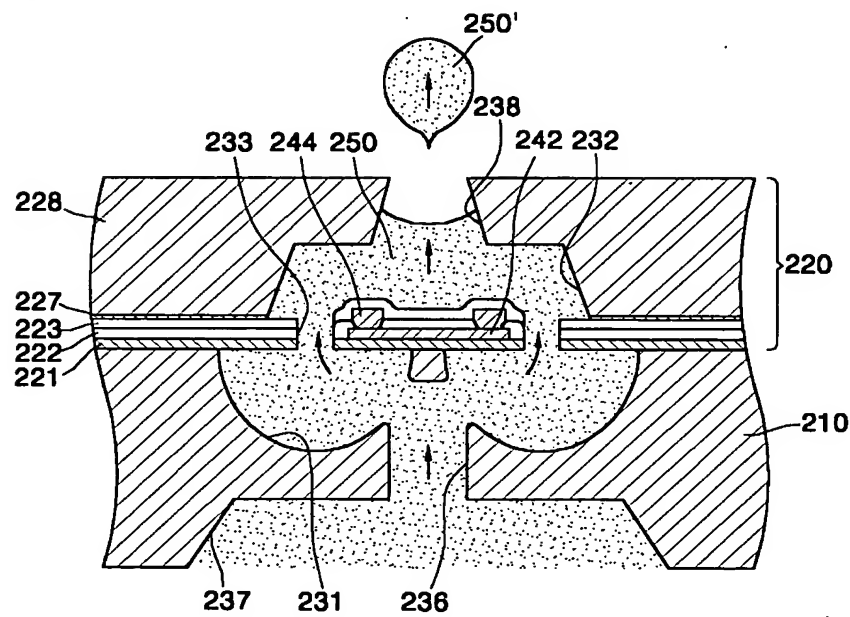
【도 6a】



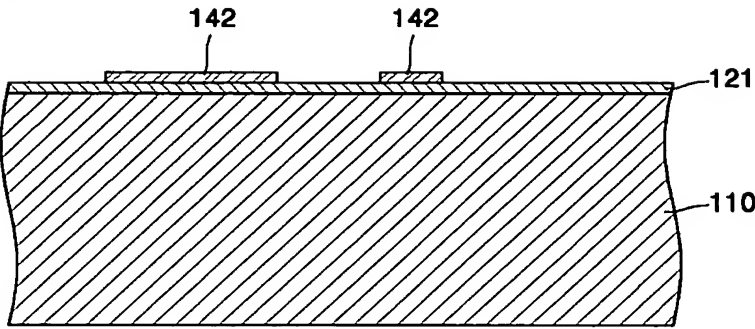
【도 6b】



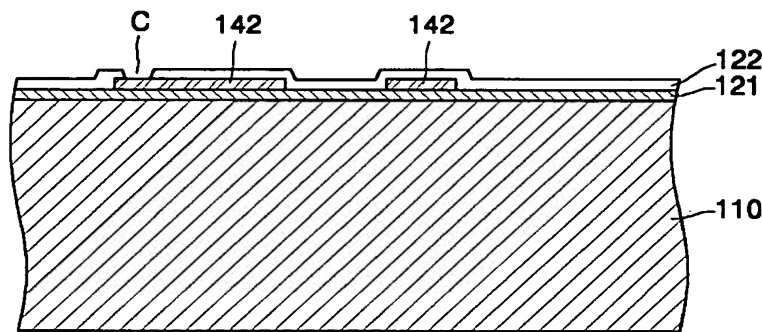
【도 6c】



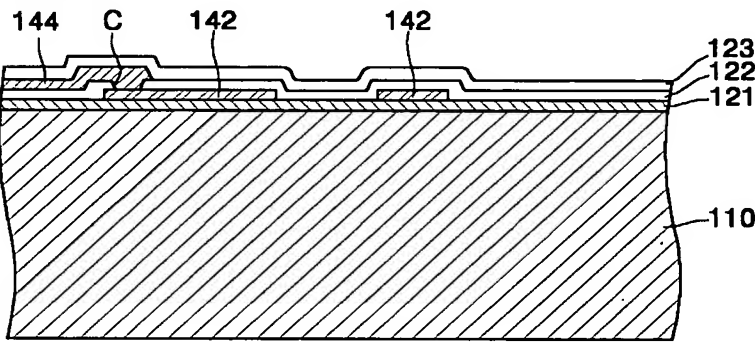
【도 7】



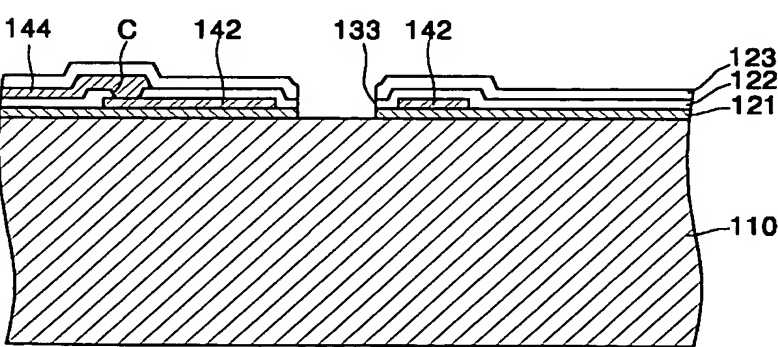
【도 8】



【도 9】

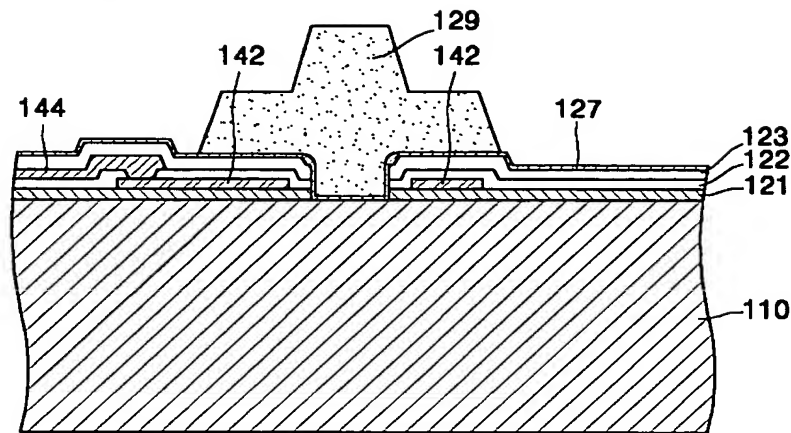


【도 10】

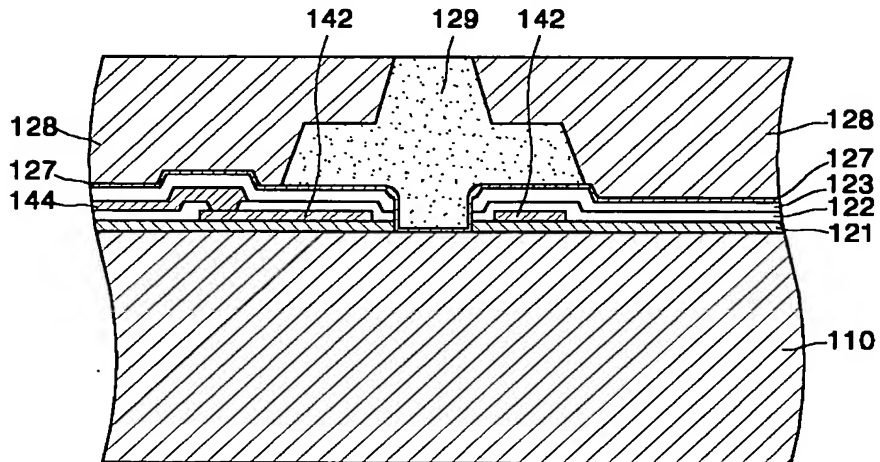


127  
144  
142  
133  
142  
PR  
123  
122  
121  
110

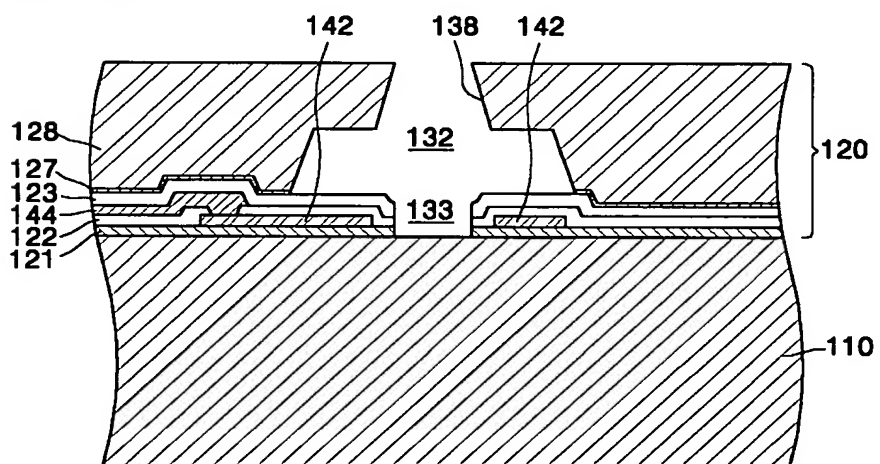
【도 14】



【도 15】

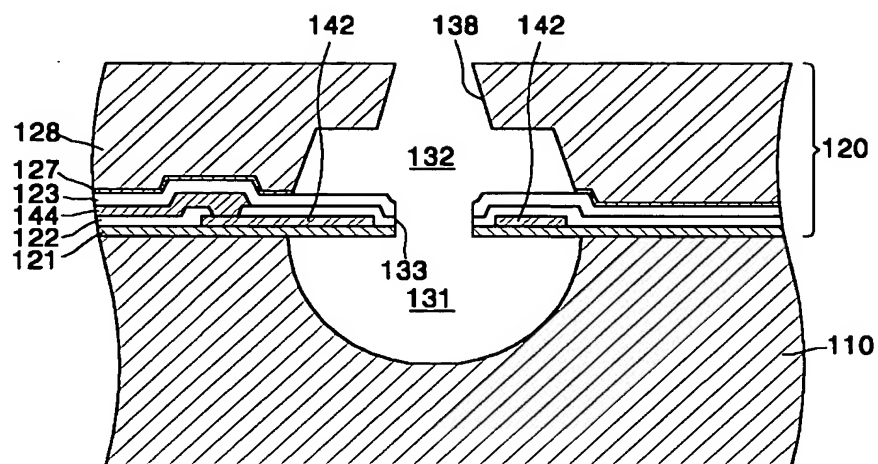


【도 16】

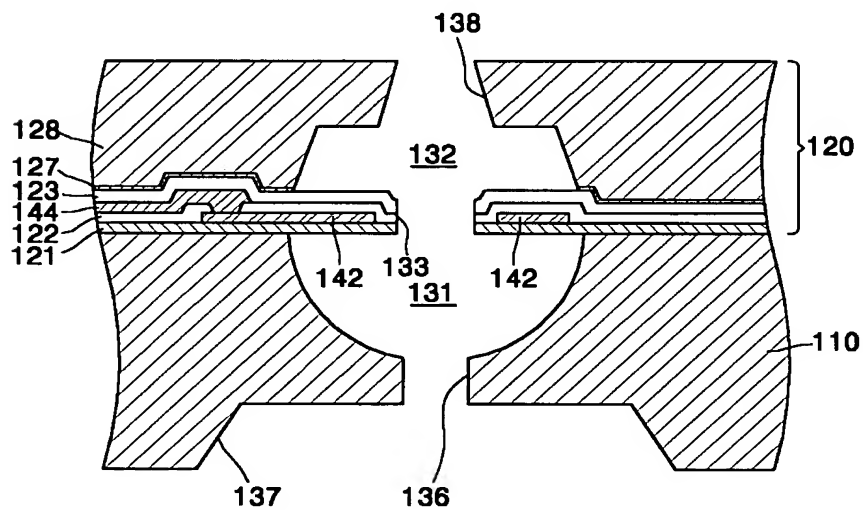




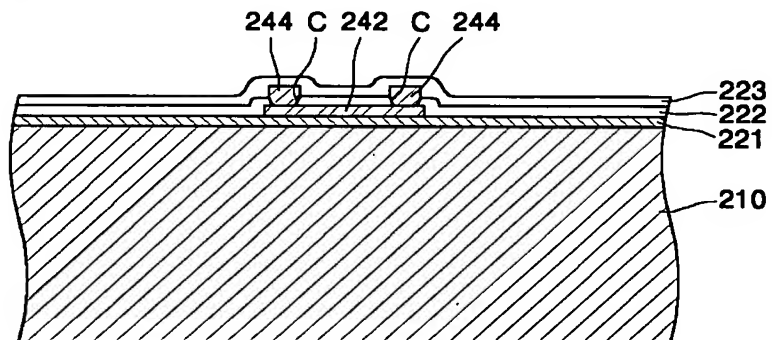
【도 17】



【도 18】



【도 19】



A cross-sectional view of a semiconductor device. A substrate 210 is shown with diagonal hatching. On top of the substrate, there are three main regions. The central region features a gate stack with a gate dielectric 242 and a gate electrode 244. This central region is flanked by two side regions, each containing a side spacer 233. The side spacers 233 are positioned on top of a layer 223, which is above a layer 222, which is above a layer 221. The central gate stack is also on top of layer 221. The side spacers 233 are positioned on top of layer 223, which is above layer 222, which is above layer 221. The central gate stack is also on top of layer 221.

【도 23】

